

ГРАВИТАЦИОННЫЕ СЕПАРАТОРЫ НОВОЙ КОНСТРУКЦИИ

Зашихин А.В.

Институт химии и химической технологии СО РАН, г. Красноярск, Россия

obog2006@yandex.ru

Гравитационные методы играют значимую роль в технологии обогащения полезных ископаемых. Особенную ценность, несмотря на тенденцию к уменьшению крупности извлекаемых частиц, гравитационные методы приобретают в связи с высокими экологическими требованиями к современным технологиям и эффективными решениями по комбинированию методов, например, флото-гравитация.

Одно из важных направлений развития гравитационных методов обогащения является проблематика баланса условий для разрыхления постели и концентрирования ценных компонентов. С одной стороны с увеличением центробежных сил появляется возможность существенно повысить производительность аппаратов и снизить крупность извлекаемых частиц ценных компонентов, с другой - центробежные силы способствуют уплотнению слоя частиц и снижению проницаемости через них ценных минералов. Тут следует упомянуть, что недостаток, выражающийся в отсутствии непосредственного контроля состояния постели центробежных аппаратов, так и не устранен.

В настоящей работе предложено решение направленное на обеспечение дополнительного разрыхления в зоне концентрирования и повышение эффективности обогащения плотных частиц. Как известно [1], структура слоев постели центробежных концентраторов

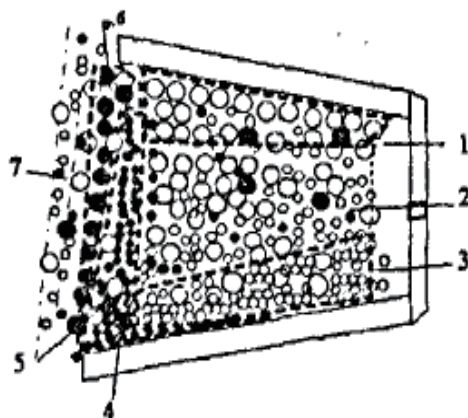


Рисунок 1 – Изображение структуры постели в ячейки концентратора по Федотову, где 1 – слой крупных частиц пустой породы, 2 – слой крупных и мелких частиц пустой породы в равных количествах, 3 – слой мелких частиц пустой породы и тонких тяжелых, 4 – слой тонких частиц тяжелых минералов, 5 – слой крупных частиц легких минералов, мелких и средних тяжелых минералов, 6 – крупные и средние частицы тяжелых минералов, 7 – транспортный поток.

представляется следующим образом (рисунок 1).

Метод заморозки автору позволил детально определить структуру слоев постели, которая демонстрирует наличие как крупных, так и мелких частиц пустой породы вблизи стенок ячейки концентратора. При этом проникновение тонких тяжелых частиц в процессе работы аппарата становится возможным именно вдоль стенок, а частицы пустой породы выталкиваются из ячейки преимущественно за счет ее наполнения тяжелыми минералами. Последнее, в связи с неравномерным составом

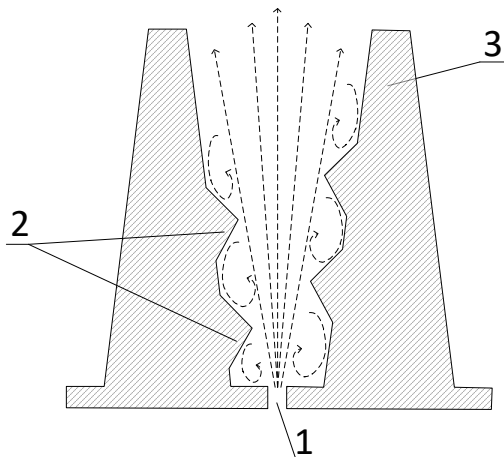


Рисунок 2 – Изображение ячейки (разрез углубления между кольцевыми выступами) нового сепаратора, где 1 – отверстие для инжектируемой жидкости, 2 – кольцевые перегородки, 3 – кольцевые выступы.

исходного питания, зачастую является причиной переполнения емкости ячеек тяжелыми минералами и минералами промежуточной плотности, что приводит к потерям ценного компонента,

например, золота и требует увеличения частоты сполоска. Таким образом, необходимо создавать условия, позволяющие обеспечить непрерывное достаточное разрыхление постели вне зависимости от ее насыщенности плотными частицами. Одно из решений непрерывного разрыхления постели реализовано в сепараторах с механическим типом разрыхления «Орокон» [2]. С помощью механических рыхлителей, представляющих собой металлические стержни (пальцы), закрепленные горизонтально на неподвижных консолях аппарата обеспечивается разрыхление постели сепаратора.

Ниже приводится описание комбинированного решения [3], которое с некоторыми допущениями можно охарактеризовать как гидромеханическое разрыхление рисунок 2.

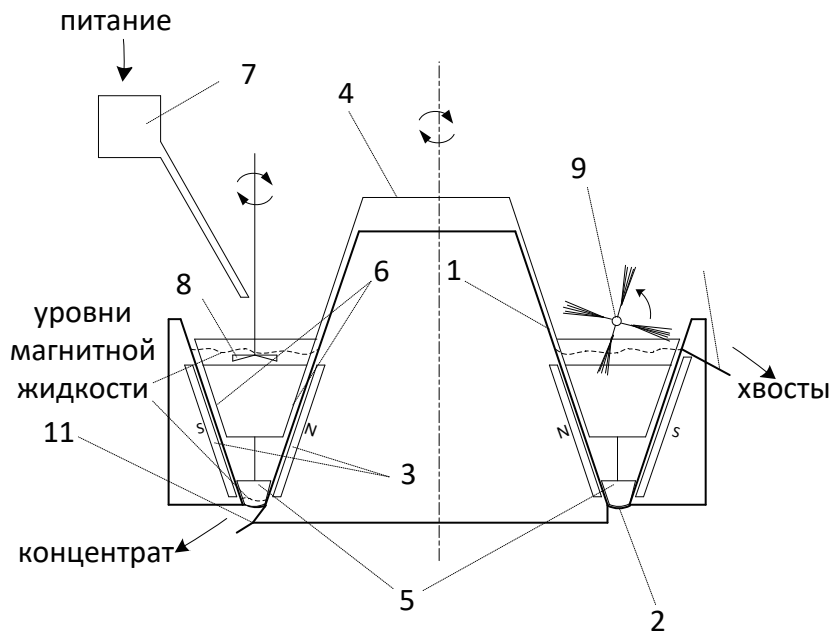


Рисунок 3 – Устройство тяжелосреднего сепаратора новой конструкции, где 1- сепарационное устройство в форме неподвижного кольцевого желоба, 2 - днище желоба, 3 - магнитная система, 4 – траверса, 5 – скребки, 6 – стенки подвижного кольцевого желоба, 7 - питатель исходного материала, 8 – мешалка, 9 - разгрузочное устройство всплывшей фракции (хвостов), 10 - разгрузочный лоток для всплывшей фракции, 11 - разгрузочный лоток для осевшей фракции (концентрата)

В настоящий момент проектируются различные комбинации форм выступов для планирования экспериментов, что, как ожидается, позволит найти оптимальное решение для повышения эффективности центробежных гравитационных сепараторов.

Развитие иного направления гравитационных сепараторов в условиях относительно неподвижной среды и использование принципиально нового подхода по организации гравитационного разделения позволили предложить решение для процесса непрерывной магнитожидкостной тяжелосредной сепарации рисунок 3 [4,5]. Благодаря закольцованному исполнению рабочей зоны сепаратора и перемещению по днищу скребков исключается негативное влияние накопления материала на днище и в объеме разделения, что обеспечивает возможность безостановочной работы.

Типовая же конструкция магнитожидкостного тяжелосредного сепаратора [6] представляет собой прямолинейных V-образный лоток, вдоль которого

разделяемые частицы приводятся в движение за счет вибраций. При этом неизбежно уплотнение и накопление неподвижного осадка, а так же накопление взвешенных, но не всплывших относительно легких частиц в месте разгрузки продуктов разделения затрудняющих транспортировку концентрата и хвостов сепарации.

Выводы

Разрабатываемые новые подходы к организации сепарации частиц могут позволить выделить отдельное направление для исследований гравитационных методов обогащения, что требует практической реализации, а так же качественного моделирования.

Кроме этого, в связи с доступностью и технологичностью трехмерной печати, просматривается возможность создания на основе разрабатываемых подходов принципиально новых отсадочно-, флотационно- и магнитно-классификационных обогатительных аппаратов.

Список литературы

- 1 Федотов К.В. Теория и практика обогащения золотосодержащего сырья в центробежных концентраторах. - Диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук / г. Иркутск, 2000.
- 2 Матвиенко В.Н., Калашников Ю.Д. Разработка эффективной технологии рудоподготовки и извлечения благородных металлов из руд золоторудных месторождений на примере месторождения Архарлы (Южный Казахстан) // Золото и технологии. -2018. - Т. 40, №2. - С. 80-95.
- 3 Патент 2778769 Российская Федерация, МПК В03В 5/32 . Центробежный концентратор. Автор: А.В. Зашихин; заявитель и патентообладатель ИХХТ СО РАН. – Заявка № 2022113992; заявл. 24.05.2022; опубл. 24.08.2022. - Бюл. № 24.
- 4 Патент № 2758825 Российская Федерация. Магнитожидкостный сепаратор / Зашихин А.В. Заявитель и патентообладатель ИХХТ СО РАН (RU). – Заявка № 2021114289; заявл. 18.05.2021.; опубл. 02.11.2021 – Бюл. № 31.
- 5 Зашихин А.В. Разработка новых конструкций аппаратов для гравитационного обогащения // Обогащение руд. - 2022. - № 5. - С. 11-16.
- 6 Патент 2634768 Российская Федерация, МПК В03С 1/32 . Магнитожидкостный сепаратор для извлечения золота из минерального сырья / Авторы: Евдокимов С.И., Солоденко А.Б., Максимов Р.Н.; заявитель и патентообладатель СКГМИ (ГТУ). – Заявка № 2016139911, заявл. 10.10.2016; опубл. 03.11.2017 - Бюл. № 31.

NEW GRAVITY SEPARATORS

Zashikhin A.V.

Institute of Chemistry and Chemical Technology SB RAS, Krasnoyarsk, Russia
obog2006@yandex.ru

Gravity methods play an important role in mineral processing technology. Despite the tendency to reduce the size of the extracted particles, gravity methods are especially valuable because of the high environmental requirements to modern technologies and effective solutions to combine methods, such as flotogravitation.

One of the important directions of development of gravity enrichment methods is a problem of balance of conditions for loosening of bed and concentration of valuable components. On the one hand, with increase of centrifugal forces there is a possibility to increase significantly productivity of devices and to reduce the size of extracted particles of valuable components, on the other hand, centrifugal forces promote consolidation of a layer of particles and decrease permeability of valuable minerals through them. Here it is necessary to mention, that the lack of direct control of a condition of a bed of centrifugal apparatuses has not been eliminated.

In the present work the solution directed on maintenance of additional loosening in a zone of concentration and increase of efficiency of enrichment of dense particles is offered. As it is known [1], structure of bed layers of centrifugal concentrators is represented as follows (figure 1).

The freezing method allowed the author to determine in detail the structure of layers, which demonstrates the presence of both coarse and fine particles of waste rock near the walls of the concentrator cell. In this case penetration of thin heavy particles in the process of apparatus operation

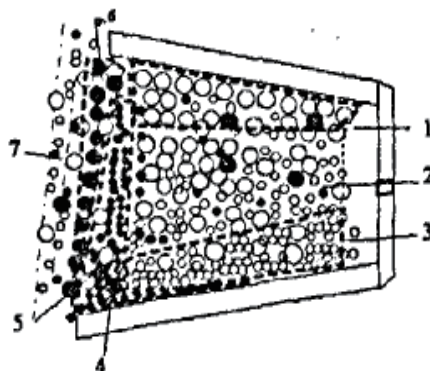


Figure 1 – Bed structure in the concentrator cells according to Fedotov, where 1 - layer of coarse particles of waste rock, 2 - layer of coarse and fine particles of waste rock in equal quantities, 3 - layer of fine particles of waste rock and fine heavy minerals, 4 - layer of fine particles of heavy minerals, 5 - layer of large particles of light minerals, fine and medium heavy minerals, 6 - large and medium particles of heavy minerals, 7 - transport flow

becomes possible exactly along the walls, and particles of waste rock are pushed out of the cell mainly due to its filling with heavy minerals. The latter, due to irregular composition of initial feed, often causes overfilling of cell capacity with heavy minerals and minerals of intermediate density, which leads to loss of valuable component, such as gold and requires increasing the frequency of concentrate removal. Thus, it is necessary to create conditions allowing to provide continuous sufficient loosening of bed irrespective of its saturation with dense particles. One of solutions of continuous loosening of bed is realized in separators with mechanical type of loosening “Orokon” [2]. With the help of mechanical loosening rods, which are metal rods (fingers) fixed horizontally on stationary consoles of the device, loosening of separator’s bed is provided.

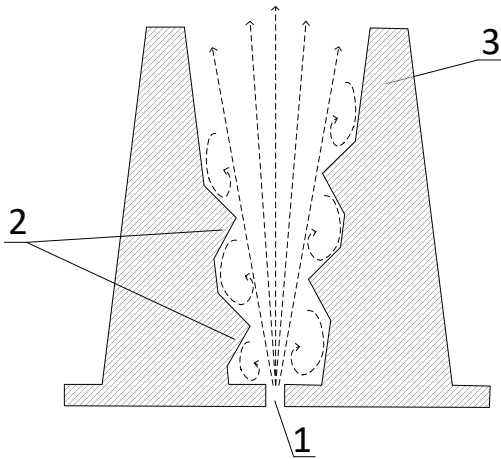


Figure 2 – Picture of a cell (section of recess between the ring protrusions) of the new separator, where 1 - hole for injected liquid, 2 - circular partitions, 3 - circular protrusions.

Below is a description of combined solution [3], which with some assumptions can be characterized as hydro-mechanical loosening figure 2.

At the moment various combinations of shoulder shapes are being designed for planning experiments, which is expected to find the optimal solution for increasing the efficiency of centrifugal gravity separators.

The development of a different direction of gravity separators in a relatively stationary medium and the use of a fundamentally new approach to the organization of gravity separation allowed to propose a solution for the process of continuous magnetic-liquid heavy medium separation Figure 3 [4,5]. Due to looped design of the separator working area and movement of scrapers along the bottom, negative influence of material accumulation on the bottom and in the separation volume is excluded, which ensures non-stop operation.

Typical design of the magneto-liquid heavy medium separator [6] is a rectilinear V-shaped tray along which the separated particles are set in motion by vibrations. In

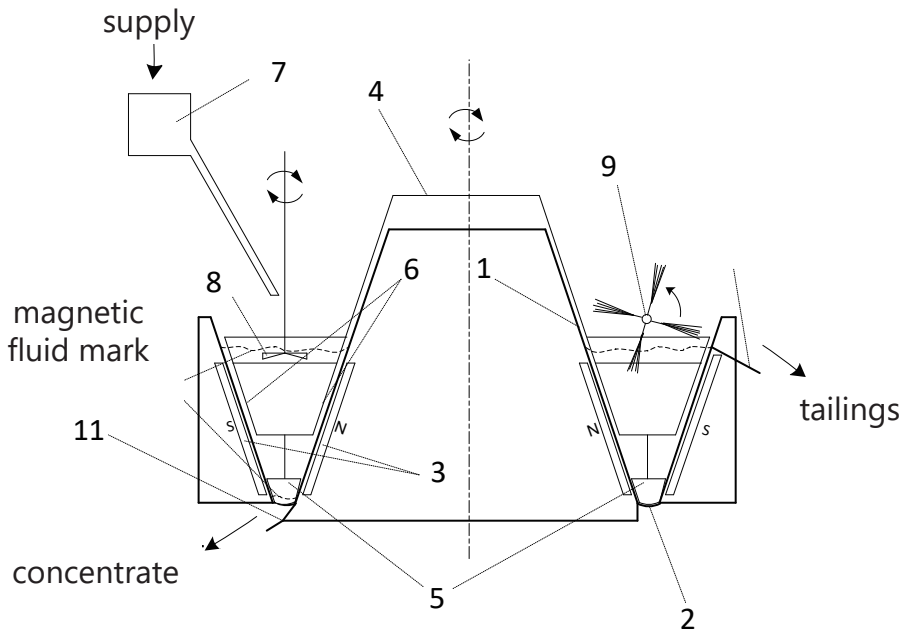


Figure 3 – Design of a new heavy-medium separator, where 1 - separation device in the form of a stationary circular trough, 2 - bottom of the trough, 3 - magnetic system, 4 - traverse, 5 - scrapers, 6 - walls of the moving circular trough, 7 - feeder of raw material, 8 - mixer, 9 - discharging device for floating fraction (tails), 10 - discharging trough for floating fraction, 11 - discharging trough for deposited fraction (concentrate)

this case the compaction and accumulation of fixed sediment is inevitable. In addition there is the accumulation of suspended, but not floating relative light particles in the place of separation product discharge complicating the transport of concentrate and separation tails.

Conclusions

Developed new approaches to the organization of particle separation can allow to separate out a separate area for research of gravitational methods of enrichment, which requires practical realization, as well as qualitative modeling.

Besides, in connection with availability and manufacturability of three-dimensional printing, possibility of creation of principally new settling, flotation and magnetic-classification enrichment devices on the base of the developed approaches is seen.

References

- 1 Fedotov K.V. Theory and practice of enrichment of gold-bearing raw materials in centrifugal concentrators. - D. thesis / Irkutsk, 2000.
- 2 Matvienko V.N., Kalashnikov Y.D. Development of effective technology of ore dressing and extraction of precious metals from ores of gold deposits on the example of the Arkharly deposit (South Kazakhstan) // Gold and Technology. -2018. - T. 40, №2. - P. 80-95.
- 3 Patent 2778769 Russian Federation, IPC B03B 5/32 . Centrifugal concentrator. Author: A.V. Zashikhin; applicant and patent holder - IHT SB RAS. - Application number 2022113992; application form. 24.05.2022; publ. 24.08.2022. - Bulletin no. 24.
- 4 Patent No. 2758825, Russian Federation. Magnetic-fluid separator / Zashikhin A.V. Applicant and patentee ICHT SB RAS (RU). - Application № 2021114289; declaration. 18.05.2021; publ. 02.11.2021 - Bulletin № 31.
- 5 Zashikhin A.V. Development of new designs of apparatuses for gravity concentration // Enrichment of Ores. - 2022. -№ 5. - P. 11-16.
- 6 Patent 2634768 Russian Federation, IPC B03C 1/32. Magnetic-fluid separator for extracting gold from minerals / Authors: Evdokimov S.I., Solodenko A.B., Maksimov R.N.; applicant and patent holder SKGMI (GTU). - Application № 2016139911, application. 10.10.2016; publ. 03.11.2017 - Bulletin No. 31.